

Die Erfindung betrifft einen variablen Ventiltrieb für einnockenbetätigtes Hubventil einer Brennkraftmaschine, welches durch eine Schließfeder entgegen der Öffnungsrichtung belastet ist, mit einer zwischen einem Nocken und dem Hubventil angeordneten, hydraulisch längenverstellbaren Kraftaufbringeinrichtung, welche mit einer äußeren zylindrischen Mantelfläche in einem gehäusefesten Führungszyylinder verschiebbar ist und einen in einem Zylinder längsverschiebbaren Druckkolben aufweist, der an einem Druckraum grenzt, in welchen ein von einer Öffnung in der Mantelfläche der Kraftaufbringeinrichtung ausgehender Druckkanal einmündet, und wobei im Bereich der Öffnung eine gehäusefeste Druckleitung in den Führungszyylinder einmündet, welche mit einem eine hydraulische Aktivierung des Hubventils ermöglichen hydraulicen Hochdruck beaufschlagbar ist.

Aus der DE 43 17 607 A1 ist ein variabler Ventiltrieb für ein Hubventil bekannt, mit welchem während der mechanischen Hubphase durch den Nocken ein hydraulischer Zusatzhub erzeugt werden kann. Ein hydraulischer Hub ist bei dem bekannten Ventiltrieb allerdings nur möglich, solange sich die gehäusefeste Druckleitung mit dem Druckkanal in der durch einen Tassenstöbel gebildeten Kraftaufbringeinrichtung überdeckt. Während der Grundkreis des Nockens am Tassenstöbel angreift, ist die Druckmittelzufuhr zum Tassenstöbel unterbrochen. Die Möglichkeit der hydraulischen Aktivierung des Hubventils ist somit auf einen sehr kleinen Zeitraum begrenzt. Der Ventilhub und die Ventilsteuzeiten können somit nur wenig beeinflusst werden.

Weiters sind verschiedene sogenannte "lost motion"-Systeme bekannt, bei denen eine an die Drehzahl der Nockenwelle gekoppelte Druckerzeugung im Ventiltrieb erfolgt.

Die US 5,127,375 A beschreibt beispielsweise einen derartigen Ventiltrieb. Nachteilig ist, dass keine aktive Druckbeaufschlagung im Sinne einer hydraulischen Hebevorrichtung erfolgt und somit kein zweites Öffnen des Hubventils auf hydraulischem Wege möglich ist.

Die US 5,216,988 A beschreibt eine Ventilbetätigseinrichtung, bei der die Druckerzeugung und die Druckübersetzung im Tassenstöbel erfolgt. Mit einer mit dem Inneren des Tassenstöbels verbundenen Spülpumpe und einem ablaufseitigen Absteuerventil können Luftblasen aus dem System entfernt werden.

Die US 5,005,540 A beschreibt eine Ventilsteuereinrichtung mit einem zwischen Nocken und Hubventil angeordneten hydraulischen Tassenstöbel. Über eine externe Pumpe wird ein Vordruck im hydraulischen Tassenstöbel erzeugt. Die Absteuerung der Druckkammer des Tassenstöbels erfolgt über ein Magnetventil. Eine aktive hydraulische Ventilerhebung ist auch hier nicht möglich.

Die DE 42 39 040 A1 beschreibt mechanisch-hydraulische Bewegungsübertragungsmittel zwischen Nockenwelle und den Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine, die mit einem hydraulischen Spielausgleich ausgestattet sind. Dabei wird während der mechanischen Ventilbetätigung der Ölrückfluss aus einem im Tassenstöbel angeordneten Ölhochdruckraum in eine Ölrückführleitung ermöglicht. Eine aktive hydraulische Ventilerhebung unabhängig vom mechanischen Ventilhub ist nicht möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und bei einem Ventiltrieb der eingangs genannten Art Ventilhub und Ventilöffnung möglichst frei zu gestalten.

Erfindungsgemäß erfolgt dies dadurch, dass die Druckleitung unabhängig von der Stellung der Kraftaufbringeinrichtung stets mit dem Druckkanal strömungsverbunden ist. Dadurch ist es möglich, unabhängig von der Nockenwellenstellung hydraulisch auf das Hubventil einzuwirken. Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass die Mündung der Druckleitung in den Führungszyylinder und die Öffnung in der äußeren Mantelfläche der Kraftaufbringeinrichtung in jeder Stellung überdeckend ausgebildet sind. Um eine ständige Überdeckung zu erreichen, ist es bei einem Ventiltrieb, bei dem die Kraftaufbringeinrichtung einen dem Nockenhub entsprechenden Hub ausführen kann, vorteilhaft, wenn zwischen Druckleitung und Druckkanal ein sowohl mit der Druckleitung, als auch mit dem Druckkanal kommunizierender Hohlraum ausgebildet ist, dessen in Richtung des Hubes gemessene Höhe mindestens dem maximalen Hub der Kraftaufbringeinrichtung entspricht. Die Ausnehmung kann dabei entweder im Führungszyylinder oder an der äußeren Mantelfläche der Kraftaufbringeinrichtung angeordnet sein.

Auf diese Weise kann erreicht werden, dass das Hubventil während der mechanischen Hubphase durch den Nocken hydraulisch um einen zusätzlichen Hubweg geöffnet wird. Durch die Veränderung der Ventilsteuzeiten und der Ventilerhebungskurven kann gezielt die Abgastemperatur erhöht werden, um den Anforderungen eines Abgasnachbehandlungssystems im Bezug auf die Erhöhung der Konvertierungsrate zugenügen. Zur Realisierung dieser Betriebsstrategie können die für den jeweiligen Emissionstestzyklus relevanten Betriebspunkte herangezogen werden.

Der variable Ventiltrieb eröffnet auch die Möglichkeit, dass das Hubventil nach Beendigung der mechanischen Hubphase durch den Nocken zumindest einmal hydraulisch nachgeöffnet wird. Auf diese Weise kann ein Verbrennungsverfahren mit homogener Gemischbildung und Selbstzündung des Kraftstoffes realisiert werden, bei dem während eines Arbeitsspieles beispielsweise die Auslassventile mehrmals geöffnet werden, um die Ladungszusammensetzung und die Ladungstemperatur sowie die Zündbedingungen zu steuern. Durch das wiederholte Öffnen des Auslassventils wird eine interne Abgasrückführung bewirkt.

Um eine aktive hydraulische Ventilerhebung während der mechanischen Ventilerhebung zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass die Druckleitung mit einer externen Druckerzeugungseinrichtung verbunden ist, die zumindest eine Pumpe, zumindest einen Speicher mit zumindest einem Druckregler und zumindest ein Stellglied zur Drucksteuerung aufweist. Zur Einstellung eines Zusatzhubes in der Phase ansteigender Ventilerhebung wird der erforderliche Steuerdruck aus dem externen Druckspeicher aktiv mittels Stellgliedern zugeschaltet.

Das Stellglied zur Drucksteuerung kann dabei als Magnetventil oder als Piezoventil ausgeführt sein. Das Stellglied zur Drucksteuerung kann genau einem Hubventil zugeordnet sein. Um Bauteile einzusparen, ist es allerdings vorteilhafter, wenn mit einem Stellglied mehrere Hubventile betätigbar sind.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kraftaufbringeinrichtung zwischen dem Nocken und dem Hubventil, vorzugsweise achsgleich mit dem Hubventil, angeordnet und besonders vorzugsweise als Taschenstöbel ausgebildet ist. Eine andere Ausführungsvariante sieht vor, dass die Kraftaufbringeinrichtung zwischen einem Nocken und einem das Hubventil betätigenden Ventilhebel angeordnet ist. Alternativ dazu kann aber auch vorgesehen sein, dass die Kraftaufbringeinrichtung als Teil eines Ventilhebellagerbockes zur Abstützung eines das Hubventil betätigenden Ventilhebels ausgebildet ist. Der Ventilhebel kann als Kipphebel oder als Schlepphebel ausgebildet sein.

Das Arbeitsmedium und/oder das Steuermedium der Druckerzeugungseinrichtung kann ein eigenes Hydraulikfluid oder ein am Fahrzeug zur Verfügung stehender Betriebsstoff, wie Wasser, Treibstoff oder Schmieröl sein. Insbesondere bei Verwendung eines bereits vorhandenen Betriebsstoffes kann weiters vorgesehen sein, dass die Druckerzeugungseinrichtung Teil eines ventiltriebfremden weiteren Subsystems des Kraftfahrzeuges ist. Der Druckspeicher der Druckerzeugungseinrichtung ist in diesem Fall vorteilhafterweise Teil eines Speichereinspritzsystems, eines Fahrzeuggetriebes, einer hydraulischen Fahrzeuggbremseinrichtung oder eines Kühlkreislaufes des Fahrzeuges.

Das Stellglied der Druckerzeugungseinrichtung kann in einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung als 3/2-Wegeventil ausführt sein. Alternativ dazu können an Stelle des 3/2-Wegeventiles auch zwei 2/2-Wegeventile eingesetzt werden. Die Druckerzeugungseinrichtung weist ein Hochdruckniveau und ein Mitteldruckniveau auf, wobei der Druckraum des Kraftaufbringelementes über das Stellglied wahlweise mit dem Mitteldruckniveau oder dem Hochdruckniveau strömungsverbindbar ist. Zur Bereitstellung des Hochdruckniveaus ist vorzugsweise ein erster Druckspeicher vorgesehen, welcher mit einer Hochdruckpumpe verbunden ist. Die Erzeugung des Mitteldruckniveaus kann durch eine Mitteldruckpumpe erfolgen.

Eine eigene Mitteldruckpumpe kann entfallen, wenn das Mitteldruckniveau durch einen Mitteldruckspeicher bereitgestellt wird, welcher über eine Druckvermindereinrichtung mit einem das Hochdruckniveau bildenden Hochdruckspeicher verbunden ist.

Um das Auftreten von Kavitationserscheinungen im Kraftaufbringelement in gewissen Stellungen des Hubventils zu vermeiden, ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, dass das Kraftaufbringelement über eine vorzugsweise ein in Richtung des Kraftaufbringelementes öffnendes Rückschlagventil aufweisende Ausgleichleitung mit dem Mitteldruckniveau verbunden ist. Auf diese Weise wird verhindert, dass der Druck innerhalb des Kraftaufbringelementes unter einem kritischen, Kavitationserscheinungen begünstigenden Druck absinkt.

Zur Realisierung einer Aufsetzdämpfung für das Hubventil ist es besonders vorteilhaft, wenn der Druckkolben als Stufenkolben ausgebildet ist.

Die hydraulische Kraftaufbringeinrichtung kann in Verbindung mit Stellgliedern zur Umschaltung einzelner oder aller Zylinder auf einen kopfgespülten 2-Takt oder 2-Takt ähnlichen Betrieb verwendet werden. Aufeinander folgende Gaswechselvorgänge sind dabei alternierend mechanisch und hydraulisch bestimmt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Ventiltrieb in einem Schnitt durch das Kraftaufbringelement in einer ersten Stellung,

Fig. 2 den Ventiltrieb in einer zweiten Stellung,

Fig. 3 ein schematisches Schaltbild des erfindungsgemäßen Ventiltriebes in einer ersten Ausführungsvariante,

Fig. 4 ein schematisches Schaltbild des erfindungsgemäßen Ventiltriebes in einer zweiten Ausführungsvariante und

Fig. 5 bis 7 verschiedene über dem Kurbelwinkel KW aufgetragene Verläufe von Ventilhüben h.

Der variable Ventiltrieb 1 weist ein im wesentlichen zylindrisches Kraftaufbringelement 2 auf, dessen äußere zylindrische Mantelfläche 3 in einem gehäusefesten Führungszylinder 4 verschiebbar angeordnet ist. Im Inneren des Kraftaufbringelementes 2 ist ein in einem Zylinder 5 längsverschiebbarer Druckkolben 6 gelagert, welcher an einen mit hydraulischem Druck beaufschlagbaren Druckraum 7 grenzt. Der Druckraum 7 steht mit zumindest einem von der äußeren Mantelfläche 3 des Kraftaufbringelementes 2 ausgehenden Druckkanal 8 in Verbindung. Die Öffnung des Druckkanals 8 in der Mantelfläche 3 ist mit 9 bezeichnet.

Im Gehäuse 10, welches durch einen Zylinderkopf oder ein separates Ventilbetätigungsgehäuse gebildet sein kann, ist eine Druckleitung 11 vorgesehen, welche im Bereich der Öffnung 9 in den Führungszylinder 4 einmündet. Die Mündung ist mit Bezugszeichen 11a angedeutet. Um eine vom Ventilhub h unabhängige Betätigung des Kraftaufbringelementes 2 zu ermöglichen, ist im Bereich der Öffnung 9 zwischen Druckleitung 11 und Druckkanal 8 ein durch eine Ausnehmung 12 gebildeter Hohlraum vorgesehen, dessen Höhe L mindestens dem maximalen, durch den Nocken 14 verursachten mechanischen Ventilhub  $h_{\max}$  des Hubventils 13 entspricht. Die Öffnung 9 des Druckkanals 8 ist dabei so positioniert, dass in jeder Lage des Hubventils 13 eine Strömungsverbindung zwischen Druckleitung 11 und Druckkanal 8 hergestellt ist. Mit Bezugszeichen 13a ist eine das Hubventil 13 entgegen der Öffnungsrichtung belastende Schließfeder bezeichnet.

Das Kraftaufbringelement 2 ist in der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsvariante durch einen zwischen dem Nocken 14, der Nockenwelle 15 und dem Hubventil 13 angeordneten Tassenstößel gebildet. Es ist aber auch möglich, dass das Kraftaufbringelement 2 zwischen einem Nocken 14 und einem Kipphebel positioniert ist. Weiters ist es denkbar, das Kraftaufbringelement 2 als Teil eines Ventilhebellagerbockes zur Abstützung eines das Hubventil 13 betätigenden Ventilhebels vorzusehen. Das Kraftaufbringelement 2 verändert in diesem Falle den Auflagerungspunkt des Ventilhebels. Der Ventilhebel kann ein Kipphebel oder Schlepphebel sein.

In Fig. 1 ist das Kraftaufbringelement 2 deaktiviert, das heißt, dass kein hydraulischer Hub  $\Delta h$  des Hubventils 13 entsteht. Bei deaktiviertem Kraftaufbringelement 2 erfolgt die Hubbewegung des Hubventils 13 nur auf mechanischem Wege durch den Nocken 14.

In Fig. 2 dagegen ist das Kraftaufbringelement 2 aktiviert, das heißt, dass der Druckraum 7 mit Hochdruck  $p_H$  beaufschlagt wird. Dies bewirkt, dass der Druck-

kolben 6 in Öffnungsrichtung verschoben wird und gegen das Hubventil 13 drückt. Dies bewirkt einen hydraulisch hervorgerufenen Hub  $\Delta h$  des Hubventils 13. Der hydraulische Hub  $\Delta h$  kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt während eines Arbeitsspieles erfolgen, wie in den Fig. 5 bis 7 angedeutet ist. Fig. 5 zeigt beispielsweise eine Aktivierung der Kraftaufbringeinrichtung 2 parallel zum mechanischen Ventilhub  $H_1$ . Das Hubventil 13 führt somit einen um  $\Delta h$  vergrößerten Hub  $h$  durch. Zur Realisierung einer Aufsetzdämpfung für das Hubventil 13 ist der Druckkolben 6 als Stufenkolben ausgebildet.

In Fig. 6 wird zusätzlich durch das Kraftaufbringelement 2 ein nochmaliger Ventilhub des  $H_2$  des Hubventils 13 bewirkt. Die Form der Ventilerhebungskurve beim zweiten Ventilhub  $H_2$  ist dabei frei wählbar, wie durch die strichlierte und strichpunktlierte Linie angedeutet ist. Auch ein Vorhub  $H_0$  ist – beispielsweise zur Verbesserung der Gemischaufbereitung – möglich.

Mittels der Kraftaufbringeinrichtung 2 kann innerhalb gewisser Grenzen auch eine Verstellung der Steuerzeiten des hauptsächlich mechanisch hervorgerufenen Ventilhubes  $H_1$  des Hubventils 13 erfolgen. Durch gesteuerte Aktivierung des Kraftaufbringelementes 2 kann sowohl der Ventilhub  $h$  als auch der Schließzeitpunkt oder auch der Öffnungszeitpunkt des Hubventils 13 beeinflusst werden, wie aus der Fig. 7 hervorgeht.

Zur Ermöglichung einer vom Kurbelwinkel unabhängigen variablen Ventilbetätigung unter Verwendung eines Kraftaufbringelementes 2 ist eine externe Druckerzeugungseinrichtung 16 vorgesehen, welche zumindest eine Hochdruckpumpe 17, einen Hochdruckspeicher 18, ein Stellglied 19 und einen Druckregler 20 aufweist. Vorteilhafterweise ist das Stellglied 19 als magnet- oder piezobetätigtes 3/2-Ventil ausgeführt, mit welchem der Druckraum 7 wahlweise mit einem Hochdruckniveau  $p_H$  und einem Mitteldruckniveau  $p_M$  verbindbar ist. Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsvariante wird das Hochdruckniveau  $p_H$ , beispielsweise 250 bar, durch den Hochdruckspeicher 18 und die Hochdruckpumpe 17 erzeugt. Das Mitteldruckniveau  $p_M$  wird durch einen Mitteldruckbehälter 21 bereitgestellt, welcher über ein Entlastungsventil 22 mit dem Hochdruckspeicher 18 verbunden ist. Ein weiteres Entlastungsventil 23 führt zurück zum Vorratsbehälter 25. Die Entlastungsventile 22 und 23 sind Teil der Druckregeleinrichtung 20. Mit 24 ist eine Vorpumpe bezeichnet, welche das Arbeits- bzw. Steuermedium aus dem Vorratsbehälter 25 entnimmt und der Hochdruckpumpe 17 zu führt.

Um Kavitationserscheinungen innerhalb des Kraftaufbringelementes 2 zu vermeiden, ist der Druckraum 7 des Kraftaufbringelementes 2 über eine strichliert dargestellte Ausgleichsleitung 26 mit dem Mitteldruckniveau  $p_M$  verbunden. In der Ausgleichsleitung 26 befindet sich ein in Richtung des Druckraumes 7 öffnendes

- Rückschlagventil 27. Durch diese Ausgleichsleitung 26 wird verhindert, dass der Druck im Druckkanal 8 und dem Druckraum 7 bei bestimmten Betriebsstellungen des Hubventils 13 unterhalb eines vordefinierten Grenzwertes sinkt.

Bei der in der Fig. 4 dargestellten Ausführung wird das Mitteldruckniveau  $p_M$  durch eine eigene Mitteldruckpumpe 28 erzeugt, welche stromaufwärts der Vorpumpe 24 angeordnet ist.

Die externe Druckerzeugungseinrichtung 16 kann Teil eines bereits im Fahrzeug zu anderen Zwecken vorhandenen Subsystems sein, beispielsweise des Kraftstoffeinspritzsystems (Speichereinspritzsystems), eines hydraulischen Getriebes, einer hydraulischen Bremseinrichtung, eines Kühlkreislaufes oder dergleichen. Mit dem beschriebenen variablen Ventiltrieb 1 ist auf sehr einfache Weise eine von der Kurbelwellenstellung unabhängige Beeinflussung des Ventilhubes  $h$  und der Steuerzeit von Hubventilen 13 realisierbar.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Variabler Ventiltrieb (1) für einnockenbetätigtes Hubventil (13) einer Brennkraftmaschine, welches durch eine Schließfeder (13a) entgegen der Öffnungsrichtung belastet ist, mit einer zwischen einem Nocken (14) und dem Hubventil (13) angeordneten, hydraulisch längenverstellbaren, etwa zylindrischen Kraftaufbringeinrichtung (2), welche mit einer äußeren zylindrischen Mantelfläche (3) in einem gehäusefesten Führungszyylinder (4) verschiebbar ist und einen in einem Zylinder (5) längsverschiebbaren Druckkolben (6) aufweist, der an einen Druckraum (7) grenzt, in welchen ein von einer Öffnung (9) in der Mantelfläche (3) der Kraftaufbringeinrichtung (2) ausgehender Druckkanal (8) einmündet, und wobei im Bereich der Öffnung (9) eine gehäusefeste Druckleitung (11) in den Führungszyylinder (4) einmündet, welche mit einem hydraulischen Aktivierung des Hubventils ermöglichen hydraulicischen Hochdruck ( $p_H$ ) beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckleitung (11) unabhängig von der Stellung des Kraftaufbringelementes (2) stets mit dem Druckkanal (8) strömungsverbunden ist.
2. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mündung (11a) der Druckleitung (11) in den Führungszyylinder (4) und die Öffnung (9) in der äußeren Mantelfläche (3) der Kraftaufbringeinrichtung (2) in jeder Stellung überdeckend ausgebildet sind.
3. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Kraftaufbringeinrichtung (2) einen dem Nockenhub (14) entsprechenden Hub ausführen kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Druckleitung (11) und Druckkanal (8) ein sowohl mit der Druckleitung (11), als auch mit dem Druckkanal (8) kommunizierender Hohlraum (12) ausgebildet ist, dessen in Richtung des Hubes gemessene Höhe (h) mindestens dem maximalen Hub der Kraftaufbringeinrichtung (2) entspricht.
4. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlraum (12) zumindest teilweise durch eine Ausnehmung im Führungszyylinder (4) gebildet ist.
5. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlraum (12) zumindest teilweise durch eine Ausnehmung in der äußeren Mantelfläche (3) der Kraftaufbringeinrichtung (2) gebildet ist.
6. Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kraftaufbringeinrichtung (2) zwischen dem Nocken (14) und

dem Hubventil (13), vorzugsweise achsgleich mit dem Hubventil (13), angeordnet und besonders vorzugsweise als Tassenstöbel ausgebildet ist.

7. Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kraftaufbringeinrichtung (2) als Teil eines Ventilhebellagerblocks zur Abstützung eines das Hubventil (13) betätigenden Ventilhebels ausgebildet ist.
8. Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kraftaufbringeinrichtung (2) zwischen einem Nocken (14) und einem das Hubventil (13) betätigenden Ventilhebel angeordnet ist.
9. Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckleitung (11) mit einer externen Druckerzeugungseinrichtung (16) verbunden ist, die zumindest eine Pumpe (17, 28), zumindest einen Speicher (18, 21) mit zumindest einem Druckregler (20) und zumindest ein Stellglied (19) zur Drucksteuerung aufweist.
10. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellglied (19) zur Drucksteuerung als elektromechanisches Stellglied ausgeführt ist und zumindest ein elektromechanisch betätigtes Ventil aufweist.
11. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellglied (19) zur Drucksteuerung als piezomechanisches Stellglied ausgeführt ist und zumindest ein piezomechanisch betätigtes Ventil aufweist.
12. Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit einem Stellglied (19) mehrere Hubventile (13) betätigbar sind.
13. Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellglied (19) als 3/2-Wegventil ausgeführt ist.
14. Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeits- und/oder Steuermedium der Druckerzeugungseinrichtung (16) Wasser, Kraftstoff oder Schmieröl ist.
15. Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckerzeugungseinrichtung (16) Teil eines ventiltriebfremden weiteren Subsystems des Kraftfahrzeuges ist.
16. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckspeicher (18, 21) Teil eines Speichereinspritzsystems ist.

17. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckspeicher (18, 21) Teil eines hydraulischen Fahrzeuggetriebes ist.
18. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckspeicher (18, 21) Teil einer hydraulischen Fahrzeugsbremseinrichtung ist.
19. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckspeicher (18, 21) Teil eines Kühlkreislaufes des Fahrzeuges ist.
20. Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckerzeugungseinrichtung (16) ein Hochdruckniveau  $p_H$  und ein Mitteldruckniveau  $p_M$  aufweist, wobei der Druckraum (7) des Kraftaufbringelementes (2) über das Stellglied (19) wahlweise mit dem Hochdruckniveau ( $p_H$ ) und dem Mitteldruckniveau ( $p_M$ ) verbindbar ist, wobei vorzugsweise das Hochdruckniveau ( $p_H$ ) durch einen mit einer Hochdruckpumpe (17) verbundenen Hochdruckspeicher (18) gebildet ist.
21. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mitteldruckniveau ( $p_M$ ) durch eine Mitteldruckpumpe (28) erzeugbar ist.
22. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mitteldruckniveau ( $p_M$ ) durch einen Mitteldruckspeicher (21) bereitstellbar ist, welcher über ein Entlastungsventil (22) mit einem das Hochdruckniveau ( $p_H$ ) bildenden Hochdruckspeicher (18) verbunden ist.
23. Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 9 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kraftaufbringelement (2) über eine vorzugsweise ein in Richtung des Kraftaufbringelementes (2) öffnendes Rückschlagventil (27) aufweisende Ausgleichsleitung (26) mit dem Mitteldruckniveau ( $p_M$ ) verbunden ist.
24. Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckkolben (6) als Stufenkolben ausgebildet ist.
25. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem variablen Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Hubventil während der mechanischen Hubphase des Nockens hydraulisch um einen zusätzlichen Hubweg geöffnet wird.
26. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Hubventil nach Beendigung der mechanischen Hubphase des Nockens zumindest einmal hydraulisch nachgeöffnet wird.

27. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hübe von aufeinander folgenden Gaswechselvorgängen alternierend mechanisch und hydraulisch durchgeführt werden.

2001 11 14  
Fu/Sc/Vo

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft einen variablen Ventiltrieb (1) für einnockenbetätigtes Hubventil (13) einer Brennkraftmaschine, welches durch eine Schließfeder (13a) entgegen der Öffnungsrichtung belastet ist, mit einer zwischen einem Nocken (14) und dem Hubventil (13) angeordneten, hydraulisch längenverstellbaren, etwa zylindrischen Kraftaufbringeinrichtung (2), welche mit einer äußeren zylindrischen Mantelfläche (3) in einem gehäusefesten Führungszyylinder (4) verschiebbar ist und einen in einem Zylinder (5) längsverschiebbaren Druckkolben (6) aufweist, der an einem Druckraum (7) grenzt, in welchen ein von einer Öffnung (9) in der Mantelfläche (3) der Kraftaufbringeinrichtung (2) ausgehender Druckkanal (8) einmündet, und wobei im Bereich der Öffnung (9) eine gehäusefeste Druckleitung (11) in den Führungszyylinder (4) einmündet, welche mit einem eine hydraulische Aktivierung des Hubventils ermöglichen hydraulischen Hochdruck ( $p_H$ ) beaufschlagbar ist. Um auf möglichst einfach Weise einen vom Kurbelwinkel (KW) unabhängigen variablen Ventiltrieb (1) zu erreichen, ist vorgesehen, dass die Druckleitung (11) unabhängig von der Stellung der Kraftaufbringeinrichtung (2) stets mit dem Druckkanal (8) strömungsverbunden ist.

- Fig. 2 -

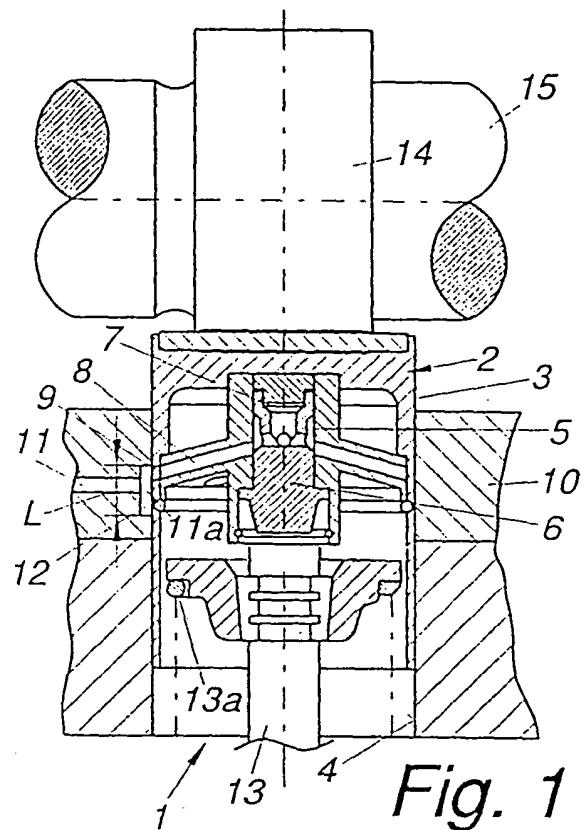


Fig. 1

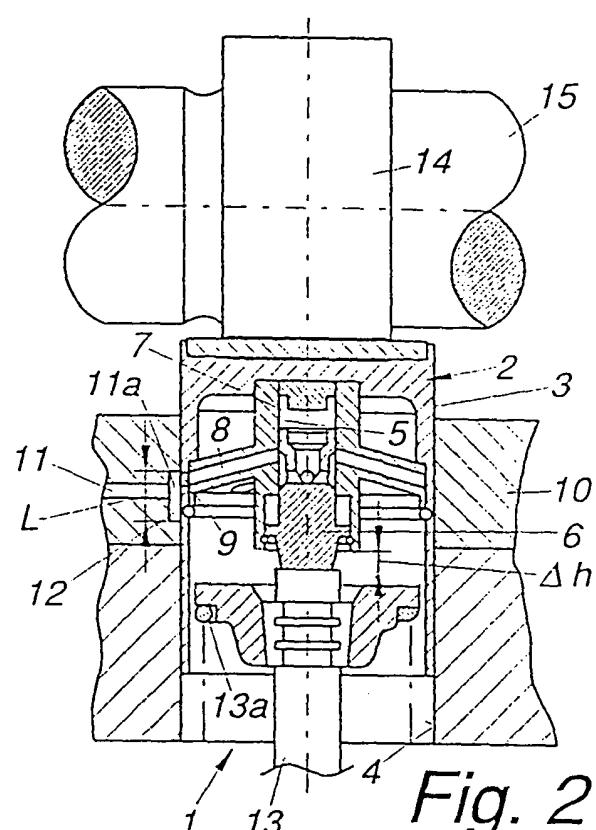


Fig. 2

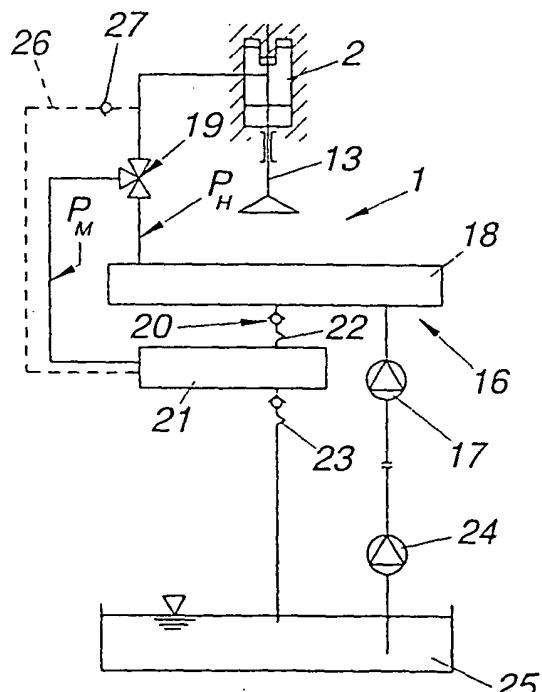


Fig. 3

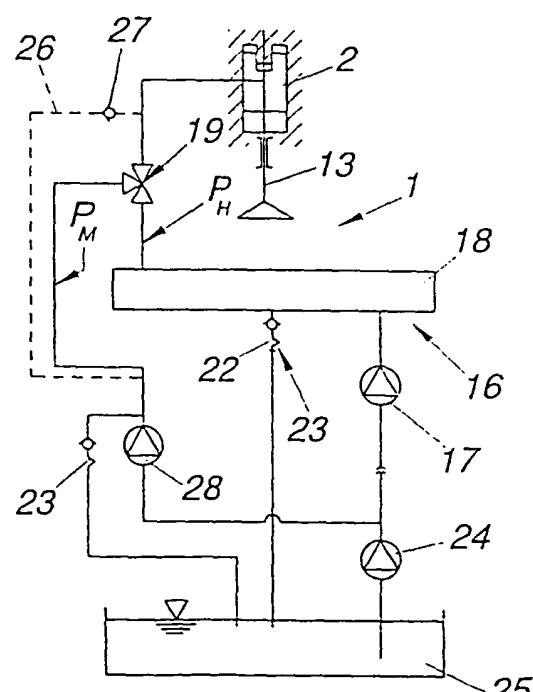


Fig. 4

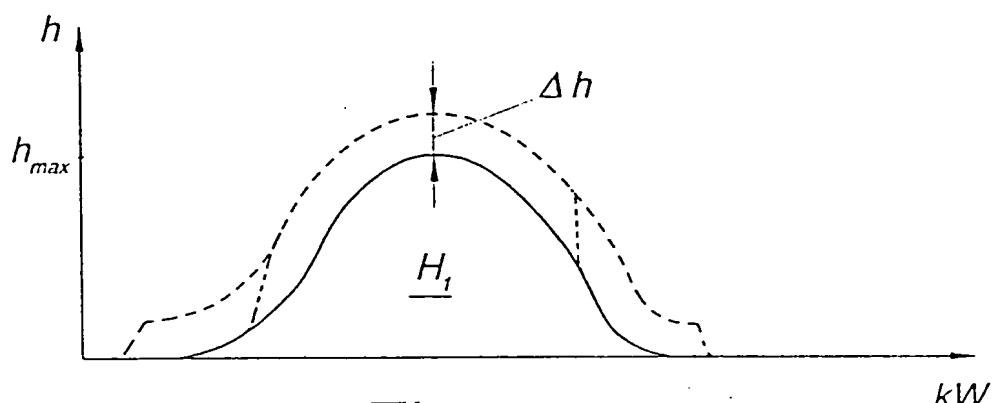


Fig. 5

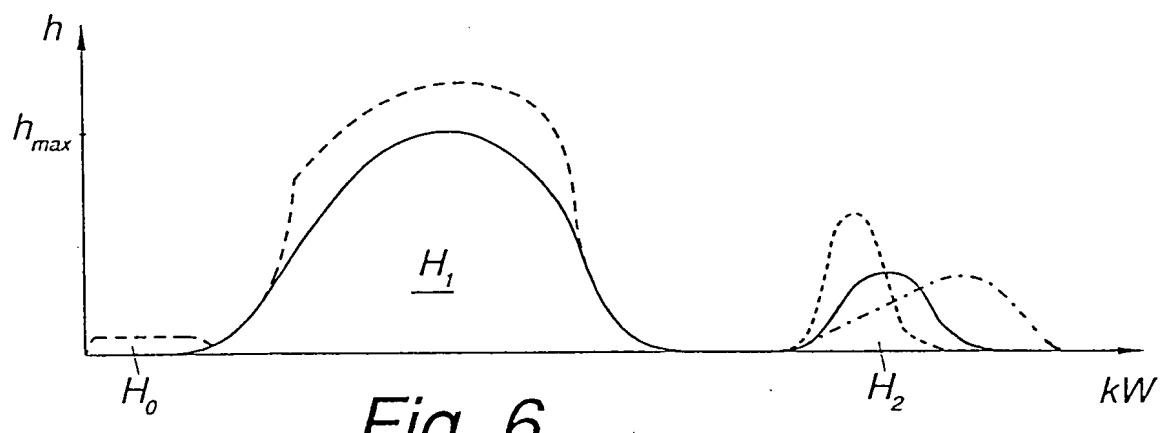


Fig. 6

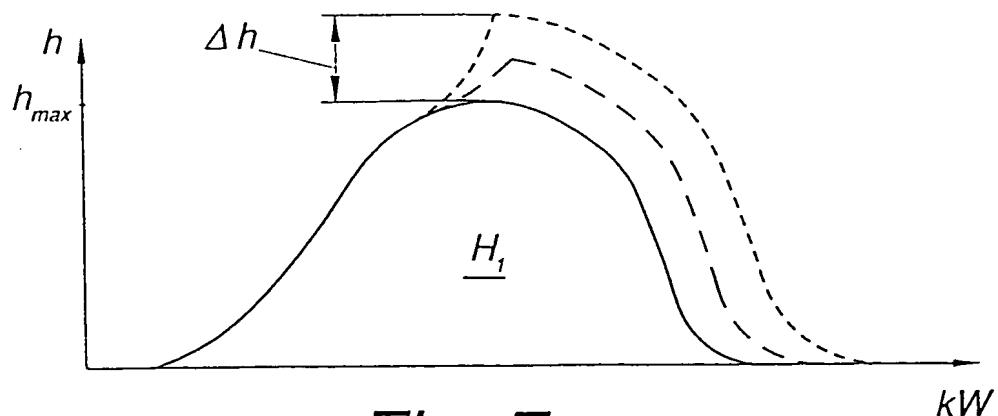


Fig. 7